

Abelardo Gutiérrez Suanzes • Vicente Ruiz Martínez • Enrique Moltó García

# APLICACIÓN DE MÉTODOS BIO-ACÚSTICOS PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DEL PICUDO ROJO (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier)

IVIA - Instituto Valenciano de  
Investigaciones Agrarias  
Moncada (Valencia)  
email: gutierre@ivia.es  
http://agroingenieria.ivia.es

## INTRODUCCIÓN

El Picudo Rojo de las palmeras, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), es la plaga más dañina que actualmente afecta a las palmeras españolas y de todo el mundo. Este insecto es originario de las áreas tropicales del Sudeste Asiático y Polinesia (Kalshoven, 1981) aunque en los últimos años ha aumentado significativamente su área de distribución desde su origen hasta India, Emiratos Árabes (1986), Arabia Saudita (1987), Egipto (1993) y España (1995). Es capaz de infestar un amplio rango de especies de palmeras (Lepesme, 1947; Hill, 1987), aunque en España destaca sobre todo por sus ataques a la palmera canaria (*Phoenix canariensis* Chabaud) y, en segundo lugar, a la palmera datilera (*Phoenix dactylifera* Linnaeus).

*R. ferrugineus* es un coleóptero de gran tamaño perteneciente a la familia de los Curculiónidos. Su ciclo de vida es de 3-4 meses, citándose hasta cuatro generaciones anuales en algunos países. El adulto tiene un aspecto muy llama-

## Resumen

El Picudo Rojo (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) es actualmente la plaga más dañina de las palmeras. La detección temprana de la infestación resulta casi imposible, de tal forma que, cuando los efectos que producen sobre las palmeras son visibles, normalmente es demasiado tarde para recuperarlas. Las normativas estatales y autonómicas para el control del Picudo Rojo obligan al arranque y destrucción de las palmeras en las que se haya detectado la presencia de plaga.

Las técnicas bio-acústicas han demostrado su potencialidad para la detección de la actividad de distintas plagas que se desarrollan en el interior de las plantas. El Centro de AgroIngeniería del IVIA ha desarrollado un dispositivo electrónico basado en sensores acústicos, autónomo y adaptado a las características particulares de la actividad de las larvas del Picudo Rojo en el interior de las palmeras. Los ensayos han demostrado que éstas producen un sonido característico alrededor de 2.250 Hz, que no producen otras plagas, y cuya magnitud depende tanto de la población existente dentro de la palmera como de la edad de las larvas.

El dispositivo desarrollado representa una opción esperanzadora para la detección temprana del Picudo Rojo, que permitiría una acción curativa sobre el árbol. El coste económico del dispositivo, respecto a los aparatos actualmente comercializados, es bajo. Como no requiere personal especializado para interpretar la respuesta, podrá servir como base para desarrollar un sistema de monitorización autónomo capaz de cubrir un área extensa de palmeras.

tivo, con el rostro largo y curvado, presentando en el protórax unas manchas negras muy visibles, de tamaño y formas variables (Figura 1). Las hembras hacen las puestas en la corona de las palmeras, depositando los huevos aisladamente en una galería perforada en la base de las hojas y en los tejidos blandos del interior de la yema apical del tronco. Las puestas suelen ser muy numerosas, de hasta 500 huevos. Las larvas, ápodas, eclosionan de los huevos y penetran directamente en el tronco, labrando

galerías de hasta más de 1 metro de longitud, pues están provistas de poderosas mandíbulas. Este estadio dura de 2 a 4 meses. Inicialmente tienen un color blanco-crema, pero adquieren un tono más oscuro y amarillo a medida que avanza su desarrollo. Una vez finalizado éste forman un capullo con fibras de la palmera, que se suele localizar en la base de las palmas, en el cual pupan. Los adultos salen de él y siguen alimentándose en el interior de la palmera Esteban-Duran *et al.*, 1998).



# APLICACION DE MÉTODOS BIO-ACÚSTICOS PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DEL PICUDO ROJO (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier)



Figura 1. Ejemplar de adulto de *R. ferrugineus*  
Fuente: Unidad de Entomología - IVIA



Figura 2. Prototipo del Sensor Bio-acústico desarrollado



Figura 3. Sonda acústica  
(a) introducida en una palmera y técnico  
(b) interpretando el sonido procedente de su interior

Figura 4. Espectrogramas obtenidos de una palmera no infestada (a) y de palmera infestada con 15 larvas de tres semanas de vida (b)

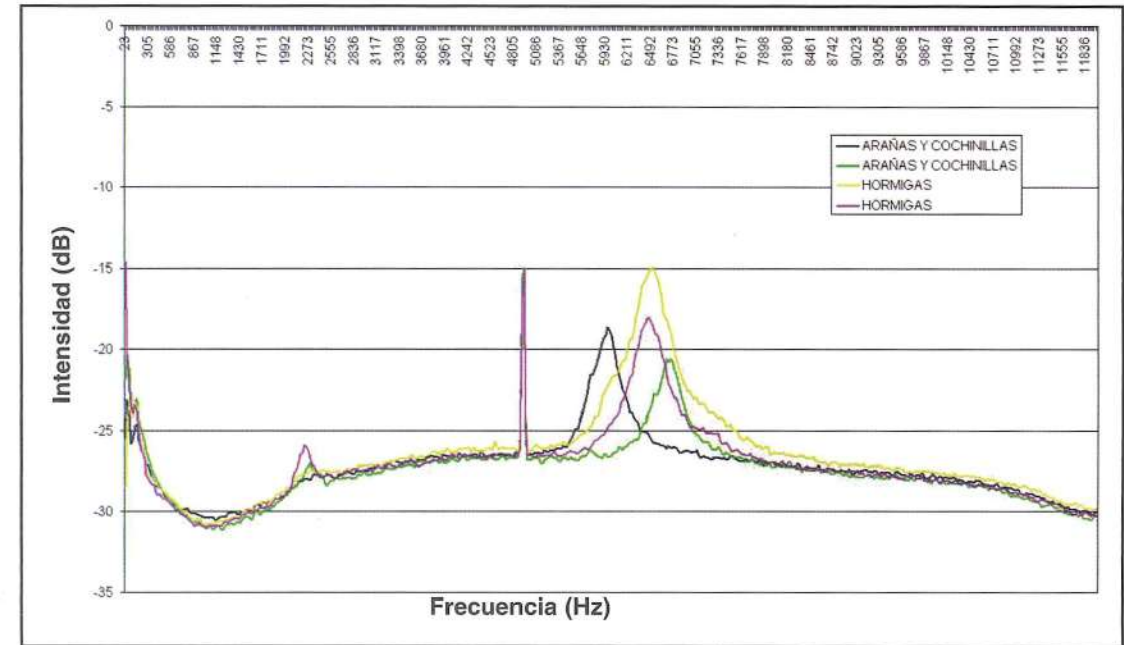
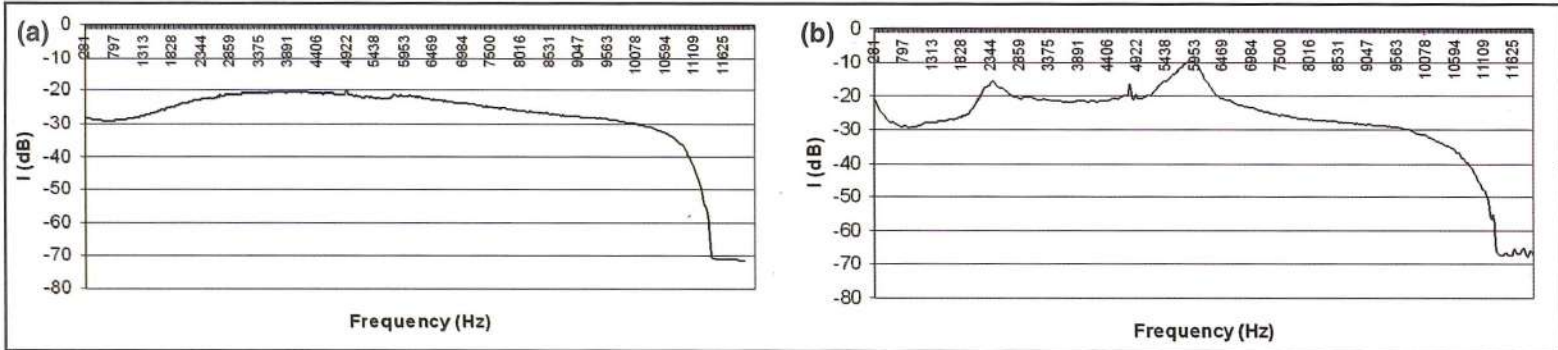


Figura 5. Espectrogramas procedentes de palmeras testigo con presencia de hormigas, cochinillas y arañas



## DETECCIÓN DE LA PLAGA

Por su gran agresividad, es muy importante que la detección de la plaga se realice de forma rápida y temprana. Pero esta tarea resulta muy difícil, pues las larvas labran largas galerías que parten de la corona y se ramifican en el interior del tronco. Normalmente se aprecian los síntomas de infestación cuando las hojas centrales de la corona amarillean y se marchitan hasta que se secan. Pocas semanas después de la infestación, la práctica totalidad de la corona se ve afectada y se produce la muerte de la palmera, al estar el cogollo totalmente taladrado y con su interior en descomposición. Si la entrada de la plaga ha sido por la copa, cerca del "ojo", los síntomas se manifiestan antes y presentan un daño considerable y no recuperable. Las hojas jóvenes centrales, presentan entonces foliolos serrados, se inclinan y presentan un aspecto decaído. En un estado más avanzado el penacho se rompe y cae por el viento.

De una forma u otra, los daños causados por las larvas son visibles muy tarde y, cuando los primeros síntomas de infestación aparecen, la palmera es difícilmente recuperable. En la actualidad, las normas de control de la plaga aprobadas por los distintos gobiernos autonómicos afectados obligan a arrancar y destruir toda palmera contaminada por el Picudo Rojo (Alcoy *et al.*, 2005). Asimismo, todas las palmeras existentes en los viveros deben poseer un pasaporte fitosanitario.

La rápida infestación del árbol es debida, principalmente, a que en un mismo año se desarrollan hasta cinco generaciones de la plaga. El desarrollo de métodos de detección durante la primera generación

de la plaga, en los que los daños no son todavía muy visibles, evitaría muy probablemente el arranque y la destrucción de la palmera. Hoy por hoy solo en este momento es viable la utilización de insecticidas para su erradicación de la palmera afectada.

Actualmente las detecciones de la infestación se basan en la inspección visual de las plantas en busca de los síntomas, ya que no existen métodos alternativos viables. En los últimos años se han propuesto diferentes técnicas para la detección temprana de la plaga, pero la mayoría de ellos han tenido que desecharse por presentar desventajas insalvables de naturaleza estructural o logística. Así, las técnicas de localización de las cavidades basadas en radiación infrarroja o tomográfica no se adaptan bien a las características físicas de los troncos de las palmeras (Levsky *et al.*, 2007). Los detectores de rayos X son excesivamente caros y muy complejos de instalar (<http://www.redpalmweevil.com/intoallRPW.htm>). Algunos autores pretenden detectar los volátiles que proceden de la fermentación de los tejidos dañados por las larvas utilizando sensores de gases, pero estos dispositivos son intrínsecamente muy poco selectivos (Mielle *et al.*, 1999).

Hasta ahora, los únicos instrumentos que han proporcionado resultados esperanzadores para la detección temprana del Picudo Rojo se basan en técnicas bio-acústicas. La actividad de la larva dentro de la palmera es audible, sobre todo cuando excava las galerías con el fin de alimentarse (Mankin *et al.*, 2002). Esta actividad puede registrarse a través de sensores acústicos mediante espectrogramas. Debe elegirse cuidadosamente la localización de

las sondas en el árbol y es importante determinar el momento óptimo de medida, que depende de los hábitos de comportamiento de la plaga. Durante los últimos años se han aplicado estas técnicas de forma muy efectiva para la detección, por ejemplo, de larvas de escarabajos (Minling *et al.*, 2003).

En la actualidad, dos empresas comercializan aparatos que detectan la actividad bio-acústica de la plaga (Laartech, Alemania (<http://www.laartech.biz>) y Acoustic Emission Consulting Inc., Reino Unido (<http://www.aeconsulting.com>). Pero estos instrumentos tienen un carácter universalista y se venden para ser adaptados a múltiples aplicaciones. Por este motivo, tanto el manejo del aparato como la interpretación de los sonidos deben ser realizados por personal técnico especializado. Además, su elevado precio impide la creación de un sistema en red, formado por un número suficiente de este tipo de aparatos, que permita una monitorización extensiva.

Este trabajo tiene como principal objetivo desarrollar un dispositivo electrónico autónomo, basado en sensores acústicos, capaz de detectar los estados iniciales de infestación del Picudo Rojo de la palmera y emitir una señal fácil de interpretar sobre el nivel de infestación. El dispositivo estará adaptado a las características particulares del sonido producido por la larva, de forma que su respuesta estará vinculada a la existencia de Picudo Rojo y nunca a la de otra plaga.

## DISEÑO DEL SENSOR BIO-ACÚSTICO

El Centro de Agroingeniería del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) ha construido un primer prototipo de instru-



mento basado en el sensor acústico POM-3T44L (Projects Unlimited, Dayton, USA), que presenta una sensibilidad de -44 db en todo el espectro audible (0 Hz a 20 KHz). Dado que el sonido que generan las larvas se produce, sobre todo, en frecuencias correspondientes a este espectro, su elección asegura el registro del sonido, aunque sea de magnitud muy reducida, gracias a su buena sensibilidad.

Como la actividad procedente del interior de la palmera es muy pequeña, el sensor acústico proporciona una señal de magnitud muy reducida, que hay que amplificar para poder procesarla. Por ello, se ha diseñado una etapa pre-amplificadora. A continuación, se selecciona solo la parte del espectro audible relacionado con el sonido de la plaga, gracias al desarrollo de un filtro pasa-banda de cuarto orden. La salida del filtro finalmente se acondiciona a las especificaciones de la entrada Analógico / Digital de un microcontrolador PIC16F88 (MicroChip Technology Incorporated, Chandler, USA) a través de una etapa rectificadora y amplificadora.

El microcontrolador procesa la señal gracias a un algoritmo de control diseñado específicamente por el Centro de Agroingeniería y emite una respuesta relacionada con el nivel de infestación de la palmera monitorizada. La Figura 2 muestra la placa electrónica desarrollada. Es importante señalar que el coste económico de todos los componentes no asciende a más de 150 €.

## ENSAYOS

El Centro de Agroingeniería del IVIA y el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria,

Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), han colaborado en el desarrollo de una serie de ensayos conducentes a determinar las frecuencias del espectro audible donde la actividad de la plaga presenta mayor intensidad, dentro del proyecto *Detección precoz y control del picudo rojo de las palmeras, Rhynchophorus ferrugineus (TRT2006-00016-C07-00)* financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Los ensayos consistieron en infestar 12 palmeras datileras sanas, de porte pequeño (alrededor de 40 cm de altura de estípite), con poblaciones conocidas de larvas de Picudo Rojo de dos semanas (0, 5, 10 y 15). Se infestaron tres palmeras con cada nivel de infestación.

Con el fin de evitar ruidos procedentes de otras fuentes, como el viento, pájaros o actividad de otras plagas, los ensayos se realizaron en un laboratorio del IFAPA. Las larvas se introdujeron por unos orificios realizados en las tablas de las palmeras.

De la salida para auriculares de un dispositivo comercial (AED-2000, Acoustic Emission Consulting Inc., Fair Oaks, UK) perteneciente al IFAPA, se fueron registrando periódicamente sonidos entre 0 y 20 KHz en un dispositivo grabador (Figura 3a). Las medidas fueron realizadas en el centro del estípite tal como se muestra en la Figura 3b. Como resultado de cada medida se obtuvo un fichero de sonido con formato MP3, de aproximadamente 2 minutos de duración, que se envió al Centro de Agroingeniería del IVIA, donde se extrajo su espectrograma a través de un programa de edición de soni-

dos (Audacity, version 1.2.6., <http://AudacityStore.com>).

Se realizaron 2 medidas semanales en cada una de las doce palmeras, con el fin de estudiar la evolución de la actividad de la plaga y compararla con las palmeras testigo. Los ensayos se extendieron hasta que las larvas comenzaron a pupar, esto es, durante cinco semanas.

Al finalizar el experimento, se abrieron las palmeras y se realizó un recuento de la población de larvas y pupas presentes, con el fin de determinar el porcentaje de supervivencia.

Todos los ficheros de sonido generados en los ensayos fueron aplicados a la entrada del prototipo del sensor bio-acústico desarrollado, con el fin de determinar los niveles de señal que proporcionan las palmeras testigo y establecer el umbral de detección de la plaga en el interior de las palmeras.

## RESULTADOS

### Análisis de los espectrogramas obtenidos: Elección de las frecuencias de interés.

La Figura 4 muestra ejemplos de dos espectrogramas obtenidos de palmeras infestadas durante la segunda semana de medida. Si los comparamos con el espectrograma procedente de una palmera no infestada (Figura 4a), observamos que la actividad del Picudo Rojo se restringe a dos intervalos de frecuencias principales: uno entre las comprendidas entre 2.210 Hz y 2.290 Hz y otro entre los 5.550 Hz y 6.500 Hz. Durante las dos últimas semanas de medida, los espectrogramas procedentes de palmeras infestadas mostraban actividad de la plaga en un tercer intervalo,



## **DETECCIÓN DE LA PLAGA**

Por su gran agresividad, es muy importante que la detección de la plaga se realice de forma rápida y temprana. Pero esta tarea resulta muy difícil, pues las larvas labran largas galerías que parten de la corona y se ramifican en el interior del tronco. Normalmente se aprecian los síntomas de infestación cuando las hojas centrales de la corona amarillean y se marchitan hasta que se secan. Pocas semanas después de la infestación, la práctica totalidad de la corona se ve afectada y se produce la muerte de la palmera, al estar el cogollo totalmente taladrado y con su interior en descomposición. Si la entrada de la plaga ha sido por la copa, cerca del "ojo", los síntomas se manifiestan antes y presentan un daño considerable y no recuperable. Las hojas jóvenes centrales, presentan entonces folíolos serrados, se inclinan y presentan un aspecto decaído. En un estado más avanzado el penacho se rompe y cae por el viento.

De una forma u otra, los daños causados por las larvas son visibles muy tarde y, cuando los primeros síntomas de infestación aparecen, la palmera es difícilmente recuperable. En la actualidad, las normas de control de la plaga aprobadas por los distintos gobiernos autonómicos afectados obligan a arrancar y destruir toda palmera contaminada por el Picudo Rojo (Alcoy *et al.*, 2005). Asimismo, todas las palmeras existentes en los viveros deben poseer un pasaporte fitosanitario.

La rápida infestación del árbol es debida, principalmente, a que en un mismo año se desarrollan hasta cinco generaciones de la plaga. El desarrollo de métodos de detección durante la primera generación

de la plaga, en los que los daños no son todavía muy visibles, evitaría muy probablemente el arranque y la destrucción de la palmera. Hoy por hoy solo en este momento es viable la utilización de insecticidas para su erradicación de la palmera afectada.

Actualmente las detecciones de la infestación se basan en la inspección visual de las plantas en busca de los síntomas, ya que no existen métodos alternativos viables. En los últimos años se han propuesto diferentes técnicas para la detección temprana de la plaga, pero la mayoría de ellos han tenido que desecharse por presentar desventajas insalvables de naturaleza estructural o logística. Así, las técnicas de localización de las cavidades basadas en radiación infrarroja o tomográfica no se adaptan bien a las características físicas de los troncos de las palmeras (Levsky *et al.*, 2007). Los detectores de rayos X son excesivamente caros y muy complejos de instalar (<http://www.redpalmweevil.com/intoallRPW.htm>). Algunos autores pretenden detectar los volátiles que proceden de la fermentación de los tejidos dañados por las larvas utilizando sensores de gases, pero estos dispositivos son intrínsecamente muy poco selectivos (Mielle *et al.*, 1999).

Hasta ahora, los únicos instrumentos que han proporcionado resultados esperanzadores para la detección temprana del Picudo Rojo se basan en técnicas bio-acústicas. La actividad de la larva dentro de la palmera es audible, sobre todo cuando excava las galerías con el fin de alimentarse (Mankin *et al.*, 2002). Esta actividad puede registrarse a través de sensores acústicos mediante espectrogramas. Debe elegirse cuidadosamente la localización de

las sondas en el árbol y es importante determinar el momento óptimo de medida, que depende de los hábitos de comportamiento de la plaga. Durante los últimos años se han aplicado estas técnicas de forma muy efectiva para la detección, por ejemplo, de larvas de escarabajos (Minling *et al.*, 2003).

En la actualidad, dos empresas comercializan aparatos que detectan la actividad bio-acústica de la plaga (Laartech, Alemania (<http://www.laartech.biz>) y Acoustic Emission Consulting Inc., Reino Unido (<http://www.aeconsulting.com>). Pero estos instrumentos tienen un carácter universalista y se venden para ser adaptados a múltiples aplicaciones. Por este motivo, tanto el manejo del aparato como la interpretación de los sonidos deben ser realizados por personal técnico especializado. Además, su elevado precio impide la creación de un sistema en red, formado por un número suficiente de este tipo de aparatos, que permita una monitorización extensiva.

Este trabajo tiene como principal objetivo desarrollar un dispositivo electrónico autónomo, basado en sensores acústicos, capaz de detectar los estados iniciales de infestación del Picudo Rojo de la palmera y emitir una señal fácil de interpretar sobre el nivel de infestación. El dispositivo estará adaptado a las características particulares del sonido producido por la larva, de forma que su respuesta estará vinculada a la existencia de Picudo Rojo y nunca a la de otra plaga.

## **DISEÑO DEL SENSOR BIO-ACÚSTICO**

El Centro de Agroingeniería del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) ha construido un primer prototipo de instru-



entre 2.400 Hz y 2.600 Hz probablemente relacionado con la evolución de las larvas antes de pupar. Este último intervalo puede descartarse para estudios posteriores porque, a pesar de ser característico de la plaga, su detección indicaría la presencia de un estadio avanzado del Picudo dentro de la palmera y el objetivo de este trabajo es la detección temprana de la infestación.

Con el fin de estudiar el efecto de otros artrópodos habituales de las palmeras, como hormigas, arañas y cochinillas, con el dispositivo AED 2000 se realizaron medidas sobre palmeras en los que se apreciaba la actividad de los mismos. La Figura 5 muestra cuatro espectrogramas procedentes de palmeras con hormigas, cochinillas y arañas. La actividad de éstas se manifiesta alrededor de las frecuencias 5.550 Hz y 6.500 Hz, que coincide con uno de los intervalos en los que también se detecta la actividad de las larvas del Picudo Rojo. Sin embargo, no aparecen los picos de intensidad elevada en el intervalo entre 2.210 y 2.290 Hz, lo que permite suponer que este rango de frecuencias puede ser importante para diferenciar la actividad del picudo frente a otras.

#### Umbral de detección del prototipo de sensor bio-acústico

Tal como se describió en el apartado *Diseño del sensor bio-acústico*, el prototipo dispone de un filtro pasa-banda que debe ser sintonizado a una frecuencia central. La señal de salida del filtro estará directamente relacionada con la actividad del Picudo Rojo en el interior de las palmeras. La magnitud de esta señal estará fuertemente influenciada (más del 60% de aportación) por la intensidad alcanzada por la frecuencia central. Por

tanto, es necesaria una selección adecuada de la misma.

Si se estudia más detalladamente el intervalo de frecuencias de interés (entre 2.210 Hz y 2.290 Hz) para los 90 espectrogramas procedentes de las palmeras infestadas, observamos que, en el 63 % de los casos, el máximo de intensidad se encuentra entre 2.230 Hz y 2.270 Hz. Si tenemos en cuenta que la sensibilidad del AED-2000 es de 20 Hz, se puede considerar que una buena elección para la frecuencia central del filtro es 2.250 Hz.

Tras sintonizar el filtro pasa-banda del prototipo y aplicarle todos los archivos de sonido obtenidos durante los ensayos, observamos que la magnitud de la señal de salida del filtro para las palmeras testigos variaba entre 0,3V y 0,4 V en el 70 % de los casos. En 18 registros (20%), la señal oscilaba entre 0,4 V y 0,5 V. El restante 10% alcanzó un máximo de 0,6 V. Teniendo en cuenta los casos más desfavorables, se decidió establecer el umbral de detección en 0,6 V. Si analizamos las señales de salida del filtro pasa-banda para todas las palmeras infestadas, sólo durante la primera semana de medida encontramos valores inferiores a 0,6 V tanto en las infestadas con cinco como las de diez larvas. A partir de la segunda semana de medida se detecta actividad de la plaga en todas las palmeras infestadas. Hay que tener en cuenta que, a medida que las larvas crecen, su actividad lógicamente se incrementa, hecho que reflejan los espectrogramas. Por tanto, puede afirmarse que el prototipo desarrollado es capaz de detectar presencia de larvas del Picudo Rojo a partir de su tercera semana de vida para los experimentos realizados en condiciones controladas de

laboratorio, incluso en palmeras infestadas con solo cinco larvas.

Respecto a los niveles de infestación de las palmeras, no se ha podido establecer ninguna conclusión fiable, ya que, al proceder a la apertura de las palmeras se observaron niveles de mortalidad muy variables. En las palmeras infestadas con 10 larvas se produjo más de un 60 % de mortalidad. En las palmeras infestadas con 15 larvas sólo una de ellas contenía todas las larvas introducidas, mientras que las otras dos presentaban 12 y 13 larvas. Algo similar ocurrió con las infestadas inicialmente con 5 larvas. Dos de ellas contenían 3 y 2 larvas. Aunque no es posible establecer el momento de la muerte de las larvas, este hecho explica que las palmeras infestadas con 10 larvas presentaran más actividad durante la tercera semana que respecto a la cuarta. Asimismo, partiendo del hecho de que siempre se ha detectado actividad de las larvas a partir de la segunda semana de medida, incluyendo las palmeras infestadas con cinco larvas, no sería muy aventurado decir que, dado la mortalidad producida en estas palmeras, el nivel de detección de actividad podría rebajarse si la muerte se hubiese producido durante la primera semana, hecho no descartable, pues se observan diferencias significativas en los espectrogramas correspondientes a este período.

Es evidente que será necesario continuar con este estudio con el fin de validar los resultados obtenidos así para establecer una función que relacione el nivel de respuesta del dispositivo diseñado con el nivel de infestación.

A pesar de ello, los ensayos realizados han permitido establecer un valor umbral de detección de la



actividad del Picudo Rojo de la palmera en condiciones controladas de infestación y se ha confirmado que el prototipo es capaz de detectar de forma precoz la presencia de las larvas en dichas condiciones. Naturalmente, el siguiente paso será el ensayo en condiciones reales de campo.

## CONCLUSIONES

Así pues se ha demostrado que con el sensor bio-acústico desarrollado se puede detectar de forma temprana la presencia de la plaga del Picudo Rojo de la palmera.

El prototipo que presentamos es capaz de procesar un sonido característico de la actividad de la plaga, comprendido entre 2210 Hz y 2290 Hz, que no se genera con la actividad de otros artrópodos habituales de las palmeras, como son las hormigas, las arañas y las cochinillas.

Será necesario continuar con los estudios iniciados para conseguir que el prototipo discrimine entre distintos niveles de infestación. Asimismo, se está trabajando en el establecimiento de un procedimiento de medida que incluye la forma de introducir la sonda bio-acústica en el interior de las palmeras. La premisa principal es provocar el menor daño posible a la palmera aprovechando la excelente sensibilidad del sensor. Actual-

mente se están realizando pruebas con una sonda de acero inoxidable de longitud menor de 6cm y diámetro de 4mm, que reducirá el daño a las palmeras (los métodos actuales de medición utilizan sondas de 15 cm de largo y 6 mm de diámetro).

El bajo coste del dispositivo respecto a los aparatos actualmente comercializados, así como el hecho de que no requiere personal especializado para interpretar la respuesta, permitirá desarrollar un sistema de monitorización autónomo capaz de cubrir un área grande de palmeras.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Dra. Maria del Mar Téllez Navarro y D. Gervasio Tapia Pérez, pertenecientes al Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), su colaboración en los ensayos desarrollados en este artículo.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Fondo Social Europeo y por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) a través del proyecto de transferencia tecnológica *Detección precoz y control del picudo rojo de las palmeras, Rhynchophorus ferrugineus (TRT2006-00016-C07-00)*.

## REFERENCIAS

- [1] Kalshoven, L. G. E., (1981) Pests of crops in Indonesia. Jakarta, Indonesia, Ptichtiar Baru-Van Hueve, 701 pp.
- [2] Lepesme, P., (1947) Les insectes des palmiers. Ed. Paul LeChevalier, París. 903 pp.
- [3] Hill, D. S., (1987) Agricultural insect pests of the tropics and their control. Cambridge University Press. Cambridge, 796 pp.
- [4] Esteban-Duran, J.; Yela, J.L.; Beltia-Crespo, F.; Jiménez-Álvarez, A., (1998). Biología del curculiónido ferruginoso de las palmeras *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) en laboratorio y campo: ciclo en cautividad, peculiaridades biológicas en su zona de introducción en España y métodos biológicos de detección y posible control (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). *Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas*, 24: 737-748.
- [5] Alcoy, S., Estivales, R., García, S., Pardo, F.M., Rodrigo, M., Romero, F., Roselló, I., Sáez, J.V., (2005), *Curculiónido ferruginoso o picudo rojo de las palmeras*. Ed.; Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación of Generalitat Valenciana.
- [6] Levsky, S., Kostyukovsky M., J. Pinhas, A. Mizrach, A. Hetzroni, Y. Nakache, S. Rene, V. Soroker, (2007), *Detection and control methods for the Red Palm Weevil in date palm offshoots. The XXVI annual meeting of the Entomology Society of Israel*.
- [7] <http://www.redpalmweevil.com/intoallRPW.htm>.
- [8] Mielle, P.; Marquis, F., (1999) *An alternative way to improve the sensivity of electronic olfactometers*. Sensors and Actuators B 58: 526-535.
- [9] Mankin, R.W., Osbrink, F.M., Ol, and Anderson, J.B. *Acoustic Detection of Termite Infestation in Urban Trees*. Journal of Economic Entomology, Vol. 95 No 5, pp.981-988, 2002.
- [10] Minling Zhang, Robert L. Crocker, Richard W. Mankin, Kathy L. Flanders, Jamee L. Brandhorst-Hubbard (2003). *Acoustic Identification and Measurement of Activity Patterns of White Grubs in Soil*. Journal of Economic Entomology. Vol. 96, nº 6 (páginas 1704-1710).

### PALMERAS DE INTERIOR



### PALMERAS DE INTERIOR.

Autor: Pelayo Rodríguez López y Miguel Montesdeoca Montesdeoca. 104 pag. 68 fotos color (1992)

Contenido: **Generalidades:** Distribución geográfica, ecología, comunidades dominantes, palmeras en comunidades con otros vegetales, palmeras de montaña, otros habitats, dispersión, acción del hombre, valor ornamental, descripción botánica, órganos vegetativos, órganos sexuales, propagación, recipientes, sustrato, transplante, cuidados culturales, fertilización, carencias, palmeras de exterior, especies cultivadas en interiores. **Plagas:** Araña roja, araña blanca, lapilla o cochinillas sin escudo, escamas o cochinillas sin escudo, cochinillas algodonosas, taladro, lagarta parda, thrips, escolitido. Enfermedades: Stigmia palmivora, Phaeotrichoconis crotalariae, Exerohilum Rostatum, Drechlera sp, Gliocladium vermoseni, Falsa roya, Salpicado amarillo, Helminthosporium, Certocystis paradoxa, Fusarium oxysporum, Phyththora palmivora, Amarillaria melle, otras enfermedades.

P.V.P. 12,61 €- (Envíos contra reembolso. I.V.A. incluido. Gastos de envío aparte)  
PARA PEDIDOS: EDICIONES L.A.V., S.L. Tel.: 96/ 372 02 61 - pedidos@edicioneslav.com